

EFFECTO DE LA SOLARIZACIÓN DEL SUELO SOBRE EL CULTIVO DE PIMIENTO AL AIRE LIBRE

R. Gil Ortega
J. Barriuso Vargas
C. Palazón Español
C. Zaragoza Larios

Servicio de Investigación Agraria
(S.I.A - D.G.A.)
Apartado 727
50080 Zaragoza

RESUMEN

Se han evaluado sobre tres variedades de pimiento ('Luesia', 'Riguel' y 'Piquillo') los efectos producidos por la solarización del suelo en una parcela altamente infectada por el hongo patógeno *Verticillium dahliae* Kleb. Se comprobó que este método de desinfección del suelo disminuye la densidad de malas hierbas en el cultivo y que influye de modo favorable contra el ataque del gusano gris o rosquilla (*Agrotis* sp.). También se produjo una disminución de los síntomas de la enfermedad causada por *V. dahliae* en pimiento en dos años consecutivos de cultivo, observándose un aumento de la precocidad, producción total y peso unitario del fruto en las parcelas sometidas a solarización respecto a las no solarizadas y asimismo un efecto más favorable en la producción sobre la variedad de pimiento del tipo "Morrón" 'Luesia', que porta resistencia parcial al patógeno, con respecto a la variedad susceptible 'Riguel'. Finalmente se discute el interés económico de esta técnica.

Palabras clave: Solarización, pimiento, *Verticillium dahliae*

SUMMARY EFFECT OF SOIL SOLARIZATION IN AN OPEN PEPPER CULTURE

The effects produced by the mulching of soil have been evaluated on three varieties of pepper ('Luesia', 'Riguel' and 'Piquillo') in a highly infected plot by the pathogen fungus *Verticillium dahliae* Kleb. It has been shown that this method of soil desinfection decreases the density of weeds in the culture and has an influence against the attack of the "Dart moth" (*Agrotis* spp.). There has also been a fall in *V. dahliae* disease symptoms on pepper during two consecutive years of culture, observing an increase on precocity, total production and fruit weight in the plots subject to mulching in relation to the unmulched ones, and in the same way a more favorable effect on production on the "Morrón" pepper variety 'Luesia', that carries partial resistance to the pathogen in relation to the susceptible variety 'Riguel'. The economical interest of this method is finally discussed.

Key words: Soil solarization, pepper, *Verticillium dahliae*

Introducción

La técnica de solarización del suelo consiste en el acolchado del mismo, previamente laboreado y regado, con una lámina delgada de plástico transparente (generalmente polietileno) de 25 a 50 µm de espesor (100-200 galgas). La solarización del suelo se realiza durante los meses de verano, en los que las temperaturas son más elevadas y existe una mayor insolación del terreno (KATAN, 1981). De este modo, se consigue un efecto de pasteurización al incrementar la temperatura en la capa arable del terreno (25 cm) en unos 10°C con respecto al suelo desnudo (KATAN *et al.*, 1976; PULLMAN *et al.*, 1981a; HASSON y HUSSAIN, 1986). Al ser esta zona del suelo donde se concentra la mayor parte de las esporas de hongos, semillas de malas hierbas, nemátodos y bacterias patógenos de los cultivos, la solarización reduce, de forma drástica las poblaciones de estos organismos nocivos, permitiendo el control de muchas plagas y enfermedades (PULLMAN *et al.*, 1981b).

Con respecto a otros métodos de lucha físicos o químicos empleados contra organismos patógenos del suelo, la solarización presenta la ventaja de mantener la dinámica de poblaciones del mismo sin erradicar, por lo general, ninguna de ellas (MELERO *et al.*, 1989) y sin romper el equilibrio existente en ese ecosistema. La solarización también produce un aumento de la microflora beneficiosa para las raíces, con el consiguiente incremento del desarrollo vegetativo de las plantas (STAPLETON y DEVAY, 1984; IJAMOS y PAPLOMATAS, 1987).

La solarización del suelo ha sido utilizada por su efecto fungicida, nematicida y potenciador del vigor y de la producción en numerosos cultivos (HARIZ *et al.*, 1985), tanto en invernadero como al aire libre. En

el control de malas hierbas parece ser suficiente con 4 semanas de solarización para producir efectos beneficiosos en los cultivos (RUBIN y BENJAMIN, 1984, STANDIFER *et al.*, 1984), aunque se ha mostrado ineficaz para algunas especies de malas hierbas (EGLEY, 1983). En los años 50 se determinó el efecto que producía el incremento de la temperatura sobre *Verticillium albo-atrum* en cultivos al aire libre de tomate y otras especies (NELSON y WILHELM, 1958; KENDRICK y MIDDLETON, 1959). En los últimos 15 años se han estudiado por diversos autores las consecuencias de este método de desinfección del terreno sobre algunos hongos patógenos (Cuadro 1).

Al ser el hongo *Verticillium dahliae* el principal responsable de las pérdidas de cosecha producidas en el cultivo de pimiento en el valle del Ebro (PALAZÓN *et al.*, 1978) y debido a la ineficacia obtenida en la lucha química contra este parásito (PALAZÓN y PALAZÓN, 1989) se planteó la posibilidad de utilizar este método de desinfección del suelo, como complemento a la utilización de variedades de pimiento resistentes. Con este objetivo, se realizó un ensayo de solarización de una parcela altamente infectada con *V. dahliae* para, en los dos años subsiguientes, estudiar su efecto en el cultivo de variedades de pimiento con distinto nivel de resistencia a *V. dahliae*.

Material y métodos

Solarización

El ensayo se llevó a cabo en el año 1987, sobre un terreno de suelo franco de 800 m² de superficie, altamente infectado con *V. dahliae*, situado en el término muni-

CUADRO 1
ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR LA SOLARIZACIÓN DEL SUELO EN RELACION CON DIVERSAS ESPECIES DE HONGOS PATOGENOS EN DIFERENTES TIPOS Y CONDICIONES DE CULTIVO

Autor	Año	Especie patógena	Especie vegetal	Condiciones de cultivo
KATAN <i>et al</i>	1976	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Berenjena y tomate	Campo
MELERO <i>et al</i>	1989	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	Sandía	Invernadero
JIMENEZ DIAZ <i>et al</i>	1990	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	Algodón	Invernadero
CENIS y FUCHS	1988	<i>Phytophthora capsici</i> Leon	Pimiento	Invernadero
PULLMAN <i>et al</i>	1981b	<i>Phytium</i> sp	Algodón y cártamo	Campo
STAPELTON y DeVAY	1984	<i>Phytium</i> sp	Remolacha y rábano	Campo
CENIS <i>et al</i>	1984	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuehn	Pimiento	Invernadero
DAVIS y SORENSEN	1986	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuehn	Patata	Campo
MELERO <i>et al</i>	1989	<i>Sclerotium cepivorum</i>	Ajo	Campo
DEVAY y PULLMAN	1981	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb	Algodón	Campo
CENIS <i>et al</i>	1984	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb	Berenjena	Invernadero

cial de Montañana (Zaragoza) en la finca experimental del S.I.A.

A mediados del mes de junio se laboreó el terreno, dejándolo dividido en cuatro parcelas de 200 m² (8 x 25 m) cada una. El primero de julio se dió un riego hasta la capacidad de campo del suelo. Al día siguiente dos parcelas tomadas al azar se cubrieron con una lámina de polietileno transparente de un espesor de 200 µm, sellando con tierra los límites del plástico, dejando las otras dos como testigo sin solarizar. El día 2 de septiembre se procedió a retirar el plástico del terreno.

Los controles que se realizaron para comprobar la eficacia del acolchado consistieron en el control continuo de las temperaturas del suelo mediante un medidor almacenador digital con dos sondas térmicas tipo 'thermistor', con un registro de temperaturas cada 15 minutos, colocados a cuatro metros del borde del plástico y a las profundidades de 5 y 20 cm, en las parcelas

solarizadas. En los testigos no sometidos a solarización, no se controló la temperatura del suelo al disponer de los datos de la estación meteorológica del S.I.A., distante unos 200 m de la parcela experimental y situada sobre suelo enyerbado.

Cultivo de 1988

En el año 1988 se efectuó el primer cultivo de pimiento utilizando 3 variedades, dos de ellas pertenecientes al tipo "Morrrón", denominadas 'Luesia' (con resistencia parcial a *V. dahliae*) y 'Riguel' (susceptible al hongo) (GIL ORIEGA *et al.*, 1986) y una tercera denominada 'Piquillo de Lodosa' o simplemente 'Piquillo', también considerada susceptible a *V. dahliae*. El diseño experimental del ensayo se compuso de cuatro repeticiones de 63 plantas por variedad y por tratamiento (2 parcelas solarizadas y dos testigos no solarizadas), totalmente aleatorizadas.

La siembra en semillero se realizó el 11 de marzo, produciéndose el trasplante a campo, a raíz desnuda, el 23 de mayo. El marco de plantación fue el tradicional de esta zona de cultivo (1,0 x 0,33 m), siendo los riegos y tratamientos asimismo los habituales. En particular se dió un tratamiento preventivo contra gusanos del suelo, incorporando con el abono de fondo 0,5 - 0,6 kg. de cloropyrifos. Así mismo, se dieron dos tratamientos a finales de julio y mediados de agosto, incorporando al agua de riego 3 kg. de orthodifolatan por tratamiento, con el fin de prevenir ataques de *Phytophthora capsici*. La escarda fue química, incorporando al suelo 1 l de trifluralina en el momento de preparación del terreno y posteriormente por laboreo o escarda manuales hasta primeros de septiembre.

En el mes de junio de ese año, debido a un fuerte ataque de gusano gris o 'rosquilla' (*Agrotis* sp.) se procedió a un primer control de las plantas muertas o caídas, tanto en las parcelas solarizadas como en las no solarizadas, para poder cuantificar el efecto beneficioso de la solarización.

La eficacia del efecto producido por la solarización del suelo sobre *V. dahliae* se puso de manifiesto con la cuantificación de varios parámetros. El primero, de síntomas de la enfermedad que produce este hongo sobre el pimiento, para ello se realizaron dos controles planta a planta en las tres variedades anteriormente citadas, y en las fechas 7 de septiembre, momento en que los primeros síntomas eran evidentes, y 10 de octubre. La severidad de la infección se evaluó según la escala de 0 a 4 que se detalla a continuación:

0 = Planta sin síntomas.

1 = Marchitamiento ligero.

2 = Marchitamiento, necrosis foliares, no afecta a la producción.

3 = Marchitamiento, defoliación, necrosis foliares y apicales, afecta a la producción (frutos de menor tamaño); planta enana.

4 = Planta muerta.

El resto de los parámetros fueron: la producción, la precocidad y el peso unitario del fruto. A lo largo del cultivo se llevaron a cabo tres recogidas de frutos maduros, con un intervalo de tiempo de tres semanas a partir del 19 de septiembre. Se controló la producción comercial y el número de frutos de cada parcela elemental. La precocidad de las variedades fue determinada por la producción comercial en peso de la primera de las tres recolecciones. El peso unitario del fruto sólo se controló en las variedades 'Luesia' y 'Riguel'.

El día 8 de noviembre, se procedió al control de malas hierbas nacidas en las parcelas. El procedimiento consistió en lanzar un aro de 0,1 m² de superficie, 20 veces en cada una de las porciones diferenciadas de terreno (solarizada/no solarizada) y hallando la media de las cifras obtenidas.

Cultivo de 1989

Se desarrolló en líneas generales, como en 1988. Excepto que no se tomaron los datos de precocidad y peso unitario de los frutos y que el control de producción se hizo planta a planta.

Resultados y discusión

Los quince días transcurridos entre el laboreo de las parcelas y la colocación del plástico para iniciar la solarización, resulta-

ron excesivos al encontrarse que habían nacido algunas malas hierbas en ese período de tiempo.

Las temperaturas obtenidas en la solarización (Cuadro 2) han resultado por debajo de lo habitual en latitudes más meridionales que las nuestras, (KATAN, 1981; DAVIS y SORENSEN, 1986). A 20 cm de profundidad es usual obtener temperaturas máximas comprendidas entre 38 y 45°C (KATAN *et al.*, 1976), y en nuestro caso no se han superado los 36,5 °C. Las explicaciones a este hecho pueden venir determinadas por varios factores, además de por la diferencia climática debida a la latitud, por la presencia ya comentada de algunas malas hierbas, si bien para otros autores (KATAN, 1981; STAPLETON y DEVAY, 1984), las malas hierbas pueden realzar los efectos producidos por la solarización, al aumentar con su transpiración, el grado de humedad y las concentraciones de O₂ y CO₂ bajo el plástico. Ello incrementa la conducción de calor hacia el suelo, haciendo los cambios de temperatura más atemperados a lo largo del período de los dos meses de solarización (KATAN *et al.*, 1976, HOROWITZ *et al.*, 1983)

Otra causa de la obtención de tan bajas temperaturas podría deberse a la utilización de una lámina de polietileno entre dos y tres veces superior a lo recomendado en la literatura, que se encuentra entre 25 y 50 m para conseguir un mayor gradiente térmico. También pueden haber influido factores tales como la conductividad del suelo y la composición química del mismo (KATAN, 1981).

En el año 1988 se produjo un fuerte ataque de *Agrotis* sp. en las parcelas transplantadas, que determinó la pérdida del 12% del total de las plantas. Algunas morirían en estado juvenil, cuando el daño fue severo, y otras caían a lo largo del cultivo por efecto del viento u otros factores, al haber sido debilitadas en la zona del cuello. Después de realizar un control de las plantas muertas o caídas y como dato de interés hay que decir que el porcentaje de pérdidas en la zona solarizada (7%) fue significativamente diferente al de la zona testigo no solarizada (18%).

La aparición de síntomas de verticiliosis, tanto en las parcelas solarizadas como en las no solarizadas, demostró la presencia del hongo en el terreno, observándose una menor incidencia de la enfermedad en las

CUADRO 2
TEMPERATURAS OBSERVADAS EN EL SUELO SOLARIZADO Y NO SOLARIZADO A 5 Y 20 CM DE PROFUNDIDAD, COMPARADAS CON LAS DEL AIRE EN LOS MESES DE JULIO Y AGOSTO DE 1987

Profundidad (cm)	Temperaturas °C					
	Suelo solarizado		Suelo no solarizado		aire	
	máx.	min	máx.	mín	máx	min
5	40,0	24,0	-	-	40,0	10,0
20	36,5	26,0	24,6	19,5		

parcelas solarizadas con respecto a las testigo, en cada una de las tres variedades, y en los dos años de cultivo (Figuras 1 a 3). En 1989 las diferencias que aparecen entre las parcelas testigo y las solarizadas, son tan acusadas como en 1988, debido, bien al aumento del inóculo en el suelo, proveniente de las plantas atacadas por *V. dahliae* en 1988, bien a que la climatología de 1989 pudo favorecer el desarrollo de la enfermedad respecto a 1988, o a ambas causas

En cuanto a la precocidad, producción y peso unitario del fruto, con los datos de 1988 se vio que no existían diferencias significativas entre las variedades 'Luesia' y 'Riguel'. Tampoco resultó significativa la interacción variedades x tratamientos, pero sí se comprobaron diferencias significativas entre tratamientos. En el Cuadro 3 se puede ver el efecto de la solarización sobre la precocidad, producción y peso unitario medios, que se dan en peso/planta en lugar de peso/parcela, para no sumar el efecto explicado de los fallos producidos por *Agrotis* al efecto solarización

Un análisis más detallado del comportamiento productivo de estas dos variedades en 1988, permite comprobar que aunque la interacción variedades x tratamientos nunca

resultó estadísticamente significativa, estas dos variedades tuvieron un comportamiento diferente en las parcelas solarizadas respecto a las no solarizadas. Así, mientras que en las parcelas no solarizadas se pueden considerar las precocidades, y peso unitario de ambas variedades comparables, en las parcelas solarizadas 'Luesia' se mostró algo más precoz y con un peso unitario de fruto superior al de 'Riguel' (Figura 4). Con respecto a la producción, el comportamiento de 'Luesia' fue superior al de 'Riguel' tanto en la parcela solarizada (38% más de producción) como en la no solarizada (34% más de producción). La ausencia de diferencias estadísticamente significativas tanto entre las producciones de 'Luesia' y 'Riguel' como en la interacción variedades x tratamientos, puede deberse a la gran variabilidad entre parcelas que ya ha sido señalada en otros ensayos de comportamientos de variedades de pimiento en parcelas infectadas con *V. dahliae* (GIL ORIEGA *et al.*, 1986). De hecho, cuando en 1989 se hicieron los controles de producción planta por planta, las significaciones estadísticas aumentaron de manera notoria.

En 1989, en el que se hicieron los controles de producción planta a planta, las significaciones estadísticas aumentaron claramente, al obtenerse tanto entre variedades

CUADRO 3
EFECTO DE LA SOLARIZACIÓN SOBRE LA PRECOCIDAD Y PRODUCCIÓN (G/PLANTA) Y PESO UNITARIO MEDIOS, CALCULADAS SOBRE LAS VARIEDADES 'LUESIA' Y 'RIGUEL'. AÑO 1988

Tratamiento	Precocidad	Producción	Peso Fruto (g)
Solarizado	310 a	690 a	102,5 a
No solarizado	220 b	430 b	81 b

Medias separas según el test de Newman-Keuls ($p \leq 0,05$)

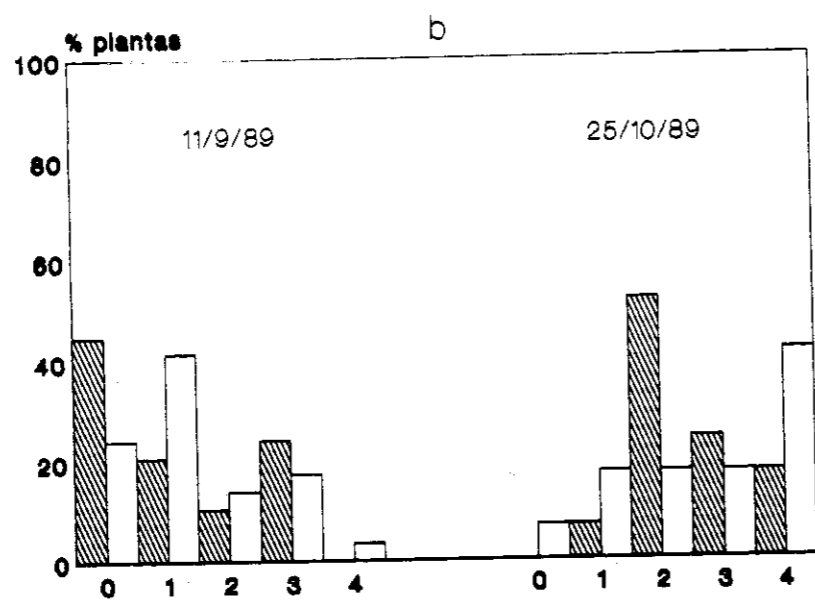
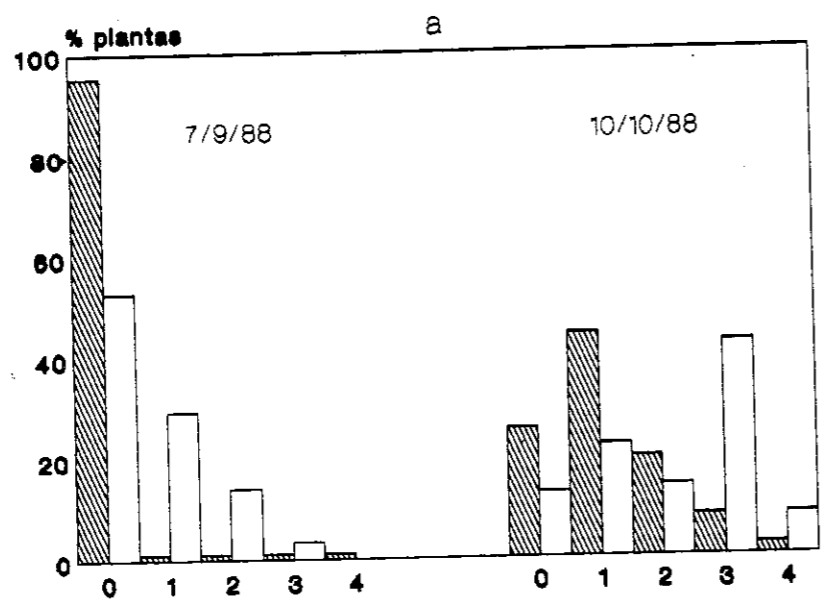


Figura 1 Porcentaje de plantas de la variedad 'Riguel' con síntomas de *V. dahliae* (escala de 0 a 4), en dos fechas y sobre dos parcelas, Solarizada y No solarizada a)1988 y b)1989

□ Solarizada ▨ No solarizada

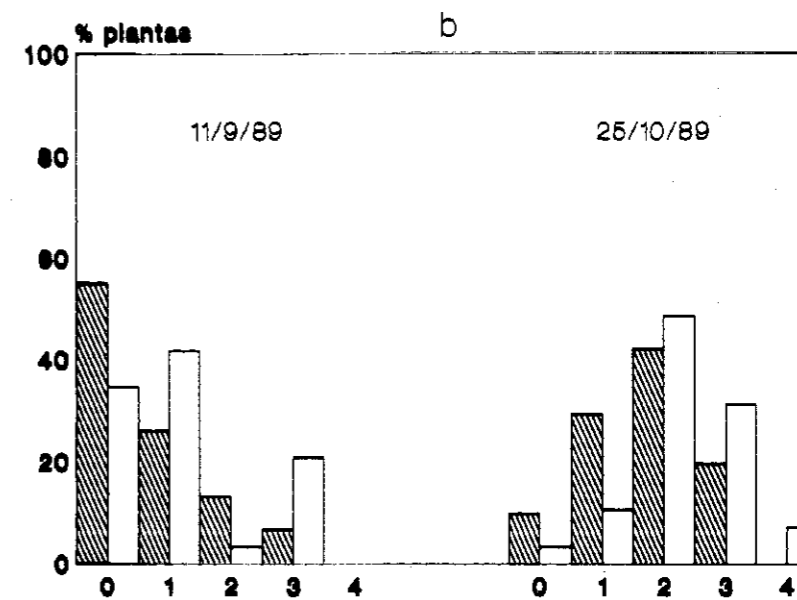
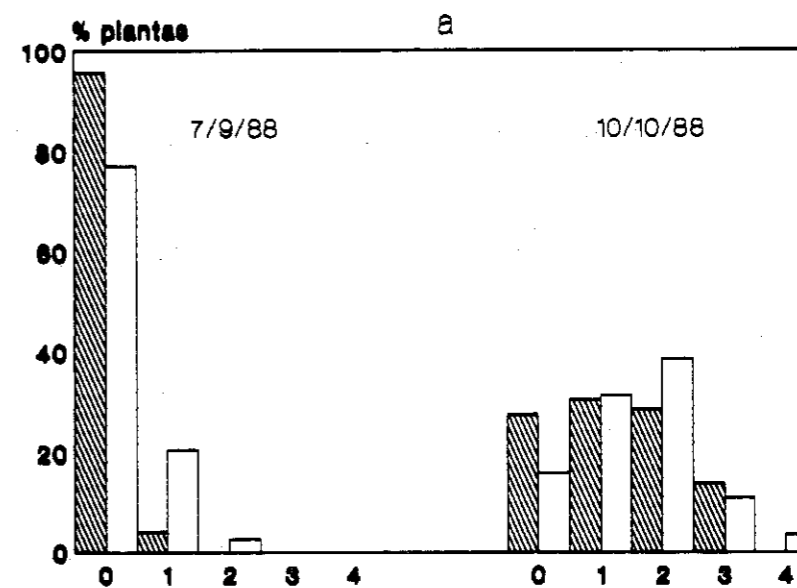


Figura 2 Porcentaje de plantas de la variedad 'Luesia' con síntomas de *V. dahliae* (escala de 0 a 4), en dos fechas y sobre dos parcelas, Solarizada y No solarizada a)1988 y b)1989

□ Solarizada ▨ No solarizada

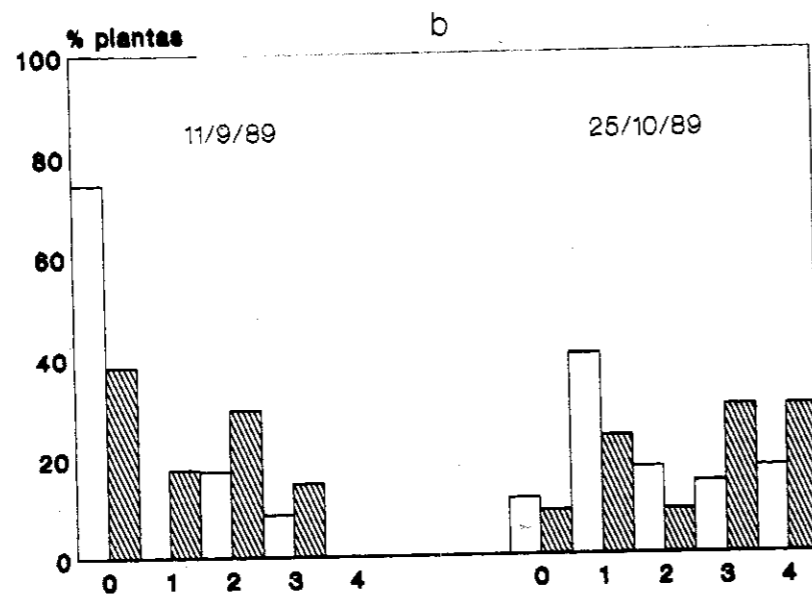
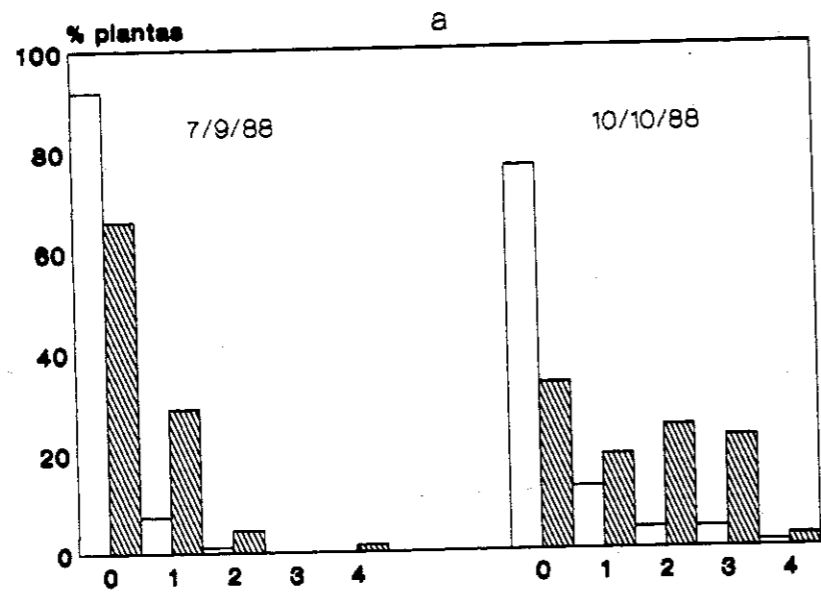


Figura 3. Porcentaje de plantas de la variedad 'Piquillo' con síntomas de *V. dahliae* (escala de 0 a 4), en dos fechas y sobre dos parcelas, Solarizada y No solarizada a)1988 y b)1989

□ Solarizada ▨ No solarizada

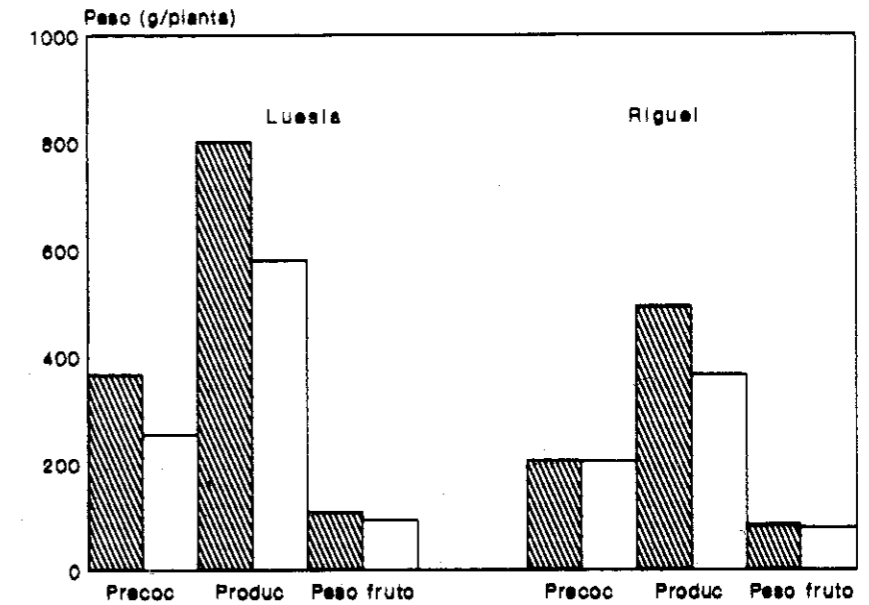


Figura 4. Precocidad, producción y peso unitario del fruto de las variedades de pimiento 'Luesia' y 'Riguel' en dos parcelas (solarizada y no solarizada) Año 1988

□ Solarizada ▨ No solarizada

como entre tratamientos y su interacción. En el Cuadro 3 puede verse que en las parcelas solarizadas, 'Luesia' y 'Riguel' produjeron un 194% y 54% más que en las parcelas no solarizadas, respectivamente, aunque el incremento del 54% en 'Riguel' no resultó de nuevo estadísticamente significativo. En dichas parcelas solarizadas, 'Luesia' produjo un estadísticamente significativo 54% más que 'Riguel', mientras que en las parcelas no solarizadas, no se observó diferencia significativa entre ambas variedades. Ello significaría que la resistencia parcial de 'Luesia' se ve favorecida cuando el ataque de *V. dahliae* es menos severo, en este caso debido al efecto producido por la solarización.

Respecto a los controles de malas hierbas realizados al final del cultivo de 1988, se puede comentar lo siguiente:

- Las especies *Cyperus rotundus*, *Portulaca oleracea*, *Poa annua*, *Anagallis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* y *Coniza sumatrensis*, mostraron una tendencia a disminuir su presencia en las parcelas sometidas a la solarización respecto a las testigo.

- En el resto de las especies encontradas la densidad es demasiado baja para confirmar ninguna hipótesis. Por ello, la presencia en las parcelas solarizadas de las especies *Anacyclus tomentosus*, *Bromus sp.*, *Hordeum murinum*, *Sonchus oleraceus* y *Verbena officinalis*, puede considerarse como anecdótica (Cuadro 5).

CUADRO 4
PRODUCCIONES MEDIAS (G/PLANTA) DE LAS VARIETADES 'LUESIA' Y 'RIGUEL' EN PARCELAS SOLARIZADAS Y NO SOLARIZADAS. AÑO 1989

Varietal	Solarizada	No solarizada
'Luesia'	1202 a	409 c
'Riguel'	780 bc	508 c

Medias separadas según el test de Newman-Keuls ($p \leq 0,05$)

CUADRO 5
DENSIDAD MEDIA (PLANTAS/10 M²) DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE MALAS HIERBAS ENCONTRADAS EN LAS PARCELAS SOLARIZADAS Y TESTIGOS NO SOLARIZADAS

Especies	Testigo	Solarizada
<i>Cyperus rotundus</i>	41,5	4,2
<i>Portulaca oleracea</i>	21,8	11,1
<i>Poa annua</i>	17,6	10,3
<i>Anagallis arvensis</i>	4,9	1,5
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4,9	-
<i>Coniza sumatrensis</i>	1,5	-
<i>Senecio vulgaris</i>	0,7	0,3
<i>Crepis taraxacifolia</i>	0,3	-
<i>Lactuca sativa</i>	0,3	-
<i>Papaver rhoeas</i>	0,3	-
<i>Sinapis arvensis</i>	0,3	-
<i>Veronica agrestis</i>	0,3	-
<i>Anacyclus tomentosus</i>	-	0,3
<i>Bromus sp.</i>	-	0,3
<i>Hordeum murinum</i>	-	1,1
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,3	0,7
<i>Verbena officinalis</i>	-	0,3

Respecto a la práctica de la solarización como método de control de *V. dahliae* sobre pimiento en las condiciones de cultivo del Valle medio del Ebro, hay que conside-

rar que el costo económico de esta técnica está cifrado en torno a 135.000 pts/ha. (CENIS *et al.*, 1985). A partir de nuestros resultados puede asegurarse su efecto al me-

nos durante dos campañas. Ante la existencia de parcelas altamente infectadas con *V. dahliae* en las condiciones de cultivo al aire libre, quizá sea más recomendable el cambio de alternativa antes que el empleo de la solarización, no obstante, en aquellos casos particulares de explotaciones familiares altamente especializadas en la producción de pimiento, particularmente con las variedades de mayor cotización, la solarización puede ser una técnica rentable, ya que en las condiciones de nuestros ensayos y en el peor de los casos, ha supuesto un incremento de producción de más de 200 g por planta. El empleo de esta técnica supone la adecuación de la alternativa al hecho que impone la solarización de no cultivar durante los meses de julio y agosto

Una posible solución a experimentar sería la realización del cultivo con acolchado plástico.

Bibliografía

- CENIS, J.L., FUCHS, P., 1988 Efecto comparado de la solarización y el metam-sodio en un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero ITEA 75, 21-32
- CENIS, J.L., MARTÍNEZ, P.F., GONZÁLEZ-BENAVENTE, A., ARAGÓN, R., 1984 Ensayo de control de *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* mediante desinfección solar, en el campo de Cartagena. III Congreso de Fitopatología. Tenerife 1984 107.
- CENIS ANADÓN, J.L., MARTÍNEZ GARCÍA, P.F., GONZÁLEZ BENAVENTE, A., ARAGÓN PALLARES, R., 1985 Desinfección del suelo por energía solar (solarización) Publicación Técnica 1/1985, Murcia
- DAVIS, J.R., SORENSEN, I.H., 1986 Influence of soil solarization at moderate temperatures on potato genotype with differing resistance to *Verticillium dahliae* An Phytopatho Soc., 76 (10), 1021-1026.
- DEVAY, J.E., PULLMAN, G.S., 1981. Epidemiology and ecology of diseases caused by *Verticillium* species with emphasis on *Verticillium* wilt of cotton. Symposium Internacional sobre *Verticillium*, Italia
- EGLEY, G.H., 1983 Weed seed and seedling reductions by soil solarization with transparent polyethylene sheets Weed Science. 32. 569-573
- GIL ORTEGA, R., PALAZÓN ESPAÑOL, C., CUARTERO ZUECO, J., 1986. Response of pepper to the intravarietal selection for resistance to *Phytophthora capsici* VIth Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant Zaragoza (España) 141-145
- HARTZ, I.K., BOGLE, C.R., VILLALÓN, B., 1985. Response of pepper and muskmelon to row solarization HortScience 20 (4). 699-791
- HASSON, A.M., HUSSAIN, R., 1986. Influence de la solarisation sur la température du sol en conditions arides. Plasticulture 72 15-22
- HOROWITZ, M., RECEV, Y., HERZLINGER, G., 1983 Solarization for Weed control Weed Science 31. 170-179
- JIMENEZ-DÍAZ, R.M., BEJARANO, J., BLANCO, M.A., GÓMEZ, J., GONZÁLEZ, R., MELERO, J.M., 1990. Control of *Verticillium* wilt and *Fusarium* wilt diseases by soil solarization in southern Spain First International Conference on Soil Solarization, Amman Jordania (en prensa).
- KATAN, J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil borne pests Ann Rev Phytopathol. 19. 211-236
- KATAN, J., GREENBERGER, A., ALON, H., GRUNSTEIN, A., 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. Phytopathology, 66, 683-688.
- KENDRICK, J.B.Jr., MIDDLETON, J.I., 1959 Influence of soil temperature and of strains of the pathogen on severity of *Verticillium* wilt of pepper Phytopathology. 49. 23-29
- MELERO J.M., GONZÁLEZ, R., GÓMEZ, J., BEJARANO, J., BASALLOTE, M.J., 1989 La solarización de suelos mediante acolchado en Andalucía Plasticulture. 82. 73-82.
- NELSON, P.E., WILHELM, S., 1958 Thermal death range of *Verticillium albo-atrum* Phytopathology. 74. 613-617
- PALAZÓN ESPAÑOL, C., GIL ORTEGA, R., PALAZÓN ESPAÑOL, I.J., 1978 La "tristeza" o "seca" del pimiento Estado actual del problema IIEA. 81, 25-35
- PALAZÓN C., PALAZÓN, I., 1989. Estudios epidemiológicos sobre la "tristeza" del pimiento en la zona del Valle Medio del Ebro Bol San Veg Plagas 15, 233-262.
- PULLMAN, G.S., DEVAY, J.E., GARBER, R.H., 1981a Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four soil-borne plant pathogens Phytopathology. 71 (9) 954-964
- DEVAY, J.E., GARBER, R.H., WEINHOULD, A.R., 1981b. Soil solarization: Effects to *Verticillium* wilt of cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae*



- liae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola* *Phytopathology*, 71 (9), 954-959
- RUBIN, B., BENJAMIN, A. 1984. Solar heating of the soil. Involvement of environmental factors in the weed control process. *Weed Science*, 32, 138-142.
- STANDIFER, L. C., WILSON, P. W., PORCHE-SORBET, R., 1984. Effects of solarization on soil weed seed populations. *Weed Science*, 32, 569-573.
- STAPLETON, J. J., DEVAY, J. E. 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increases plant growth response. *Phytopathology* 74 (3), 255-259
- TJAMOS, E. C., PAPLOMATAS, E. J., 1987. Effect of soil solarization on the survival of fungal antagonists of *Verticillium dahliae* *Bull. OEPP/EPPO*, 17, 645-653.